

ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS

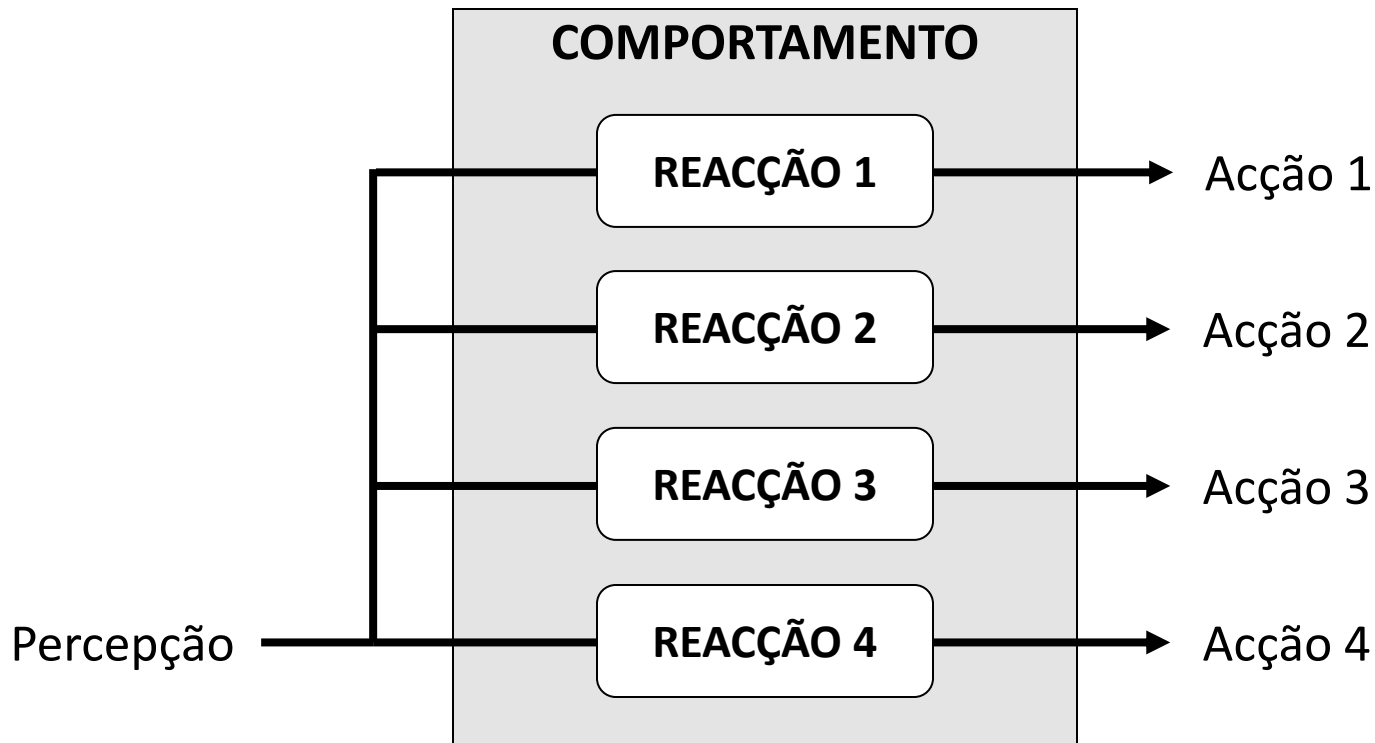
(PARTE 2)

Luís Morgado

2023

MECANISMOS DE REACÇÃO

Num comportamento composto, uma percepção pode potencialmente activar múltiplas reacções, as quais geram diferentes acções, levanta-se por isso o problema de seleccionar qual a acção a gerar à saída



MECANISMOS DE REACÇÃO

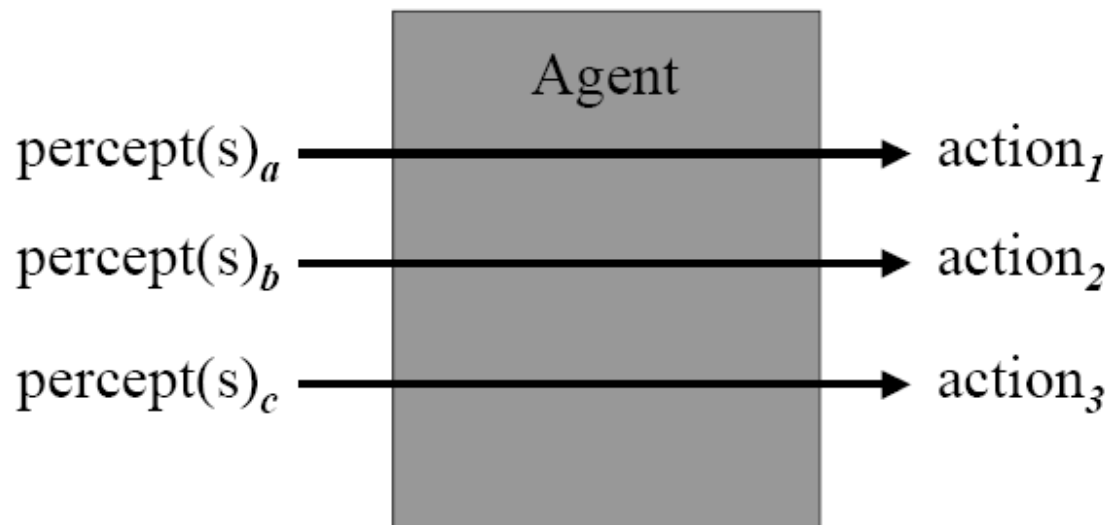
SELECÇÃO DE ACÇÃO

- Como seleccionar as acções a realizar?
- Mecanismos de **combinação** e **selecção** de acções
 - **Execução paralela** de acções
 - **Combinação** de acções
 - **Precedência** de acções

SELECÇÃO DE ACÇÃO

Parallel actions

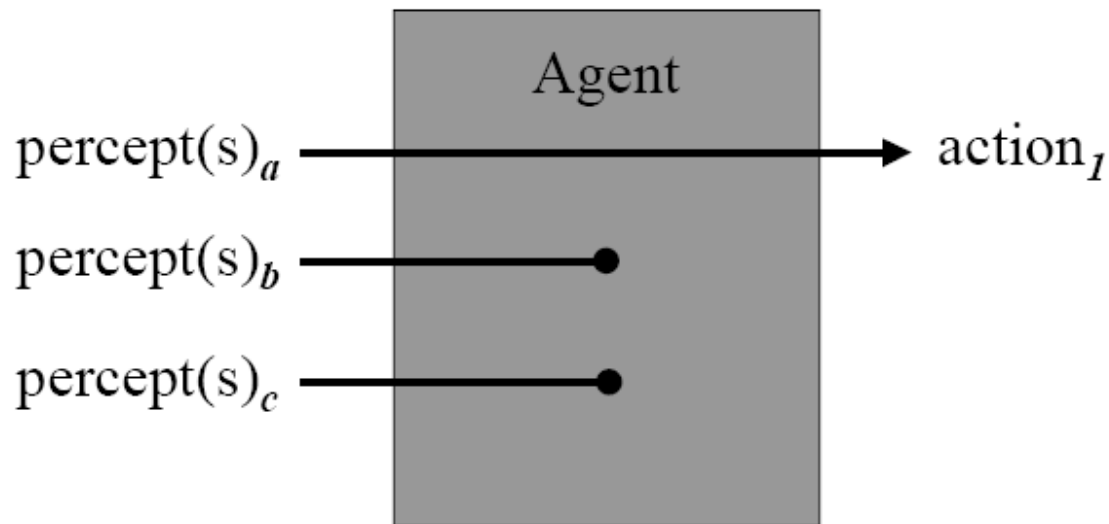
Actions which don't interfere with each other are executed in parallel (within the limitations of the architecture).



SELECÇÃO DE ACÇÃO

Prioritised actions

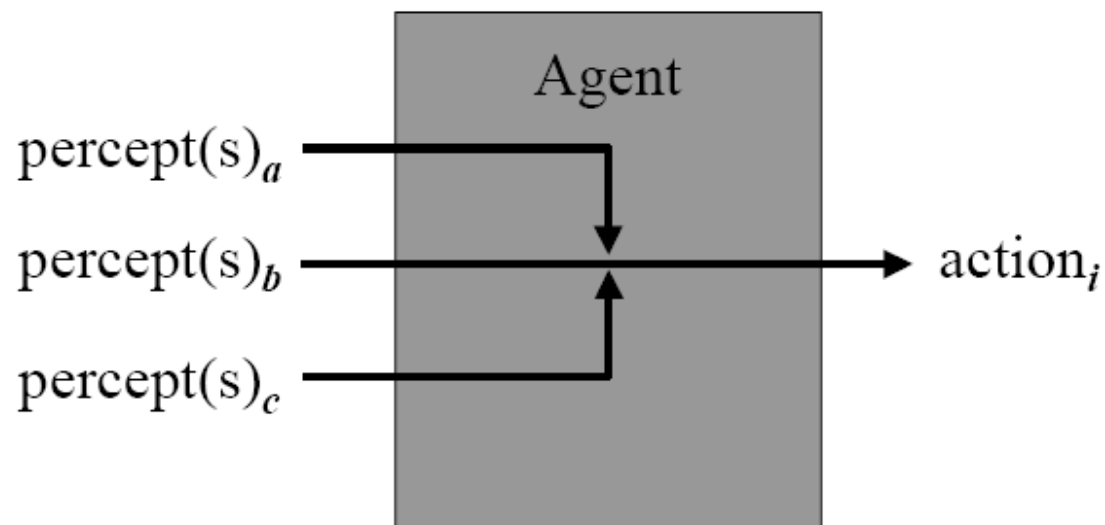
Actions interfere with each other, and the most important action takes precedence.



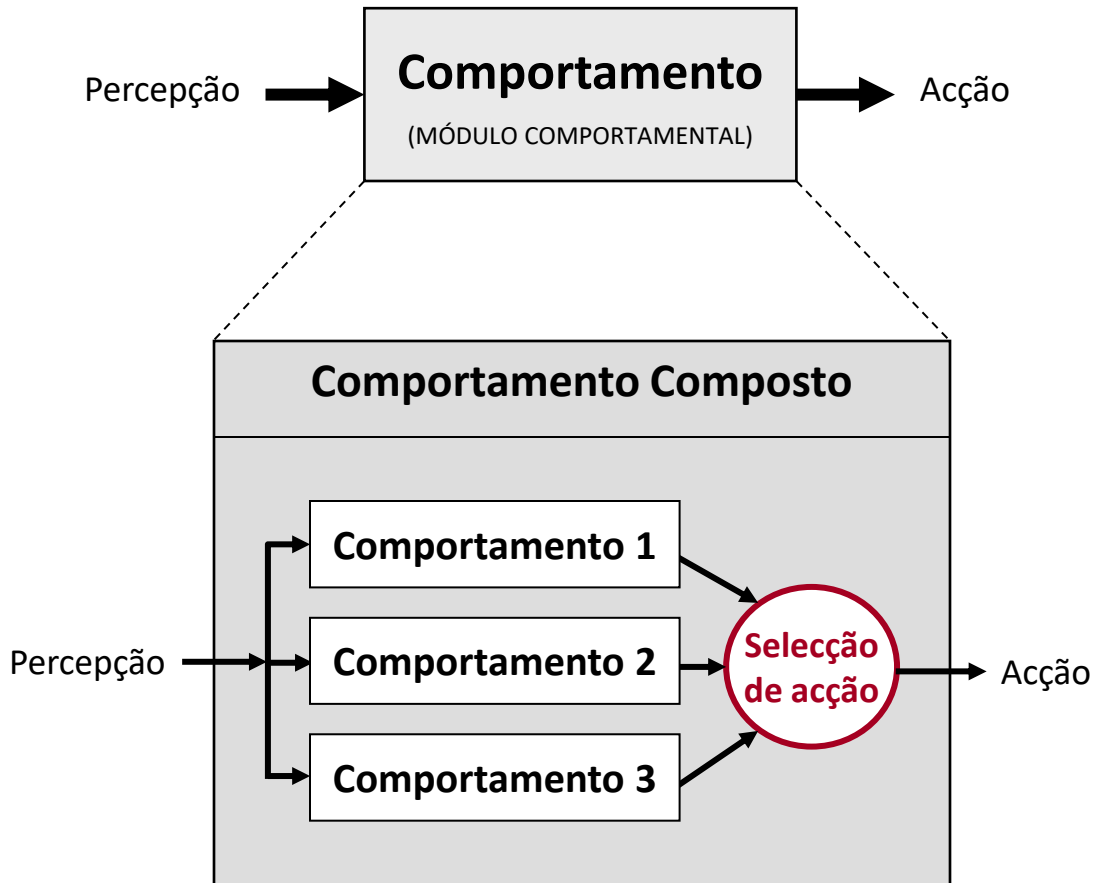
SELECÇÃO DE ACÇÃO

Combined actions

Distinct actions triggered by different percepts are combined into a single composite action.



COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS



SELECÇÃO DE ACÇÃO

HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de supressão

PRIORIDADE

- As respostas são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução

FUSÃO

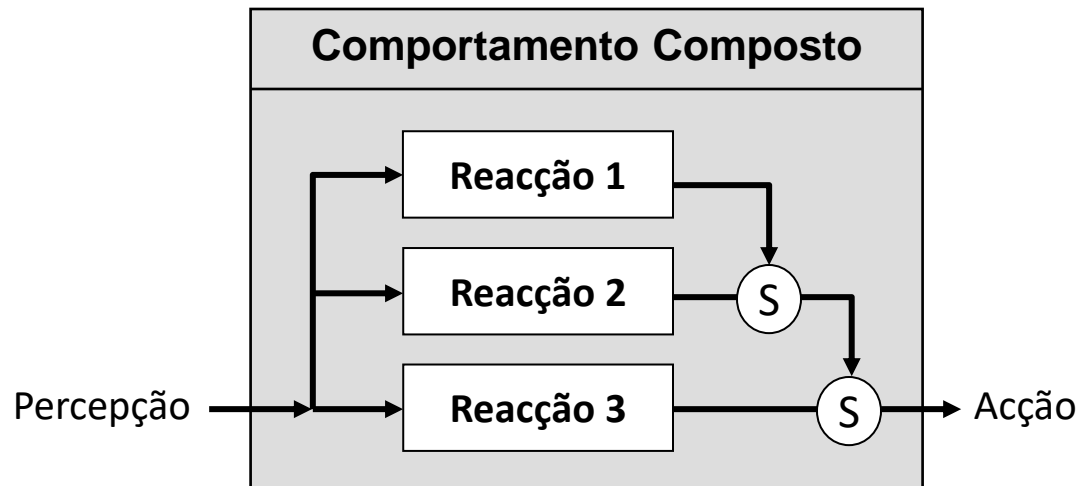
- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (e.g. soma vectorial)

COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

SELECÇÃO DE ACÇÃO

HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de subsunção (supressão e substituição)



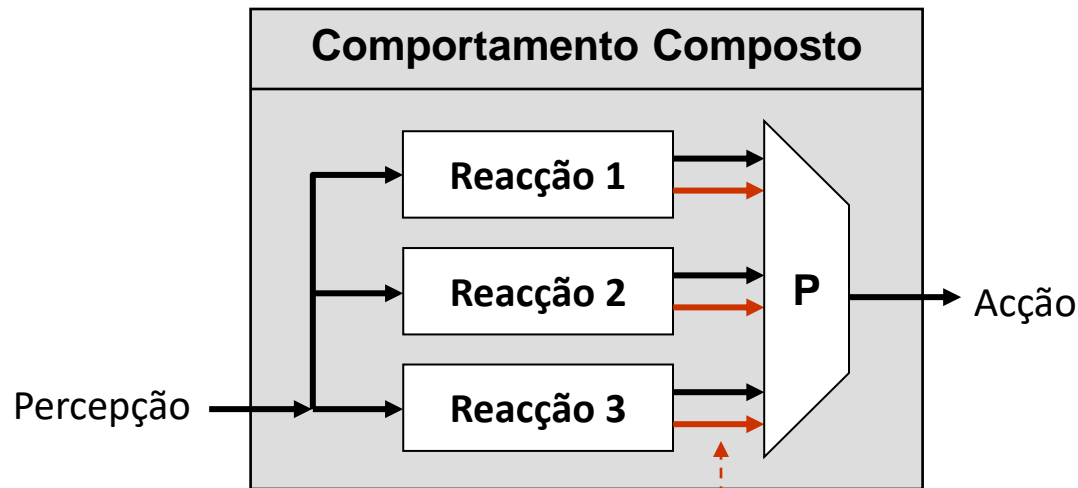
(S) Subsunção
(suprime e substitui)

COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

SELECÇÃO DE ACÇÃO

PRIORIDADE

- As acções são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução



Prioridade



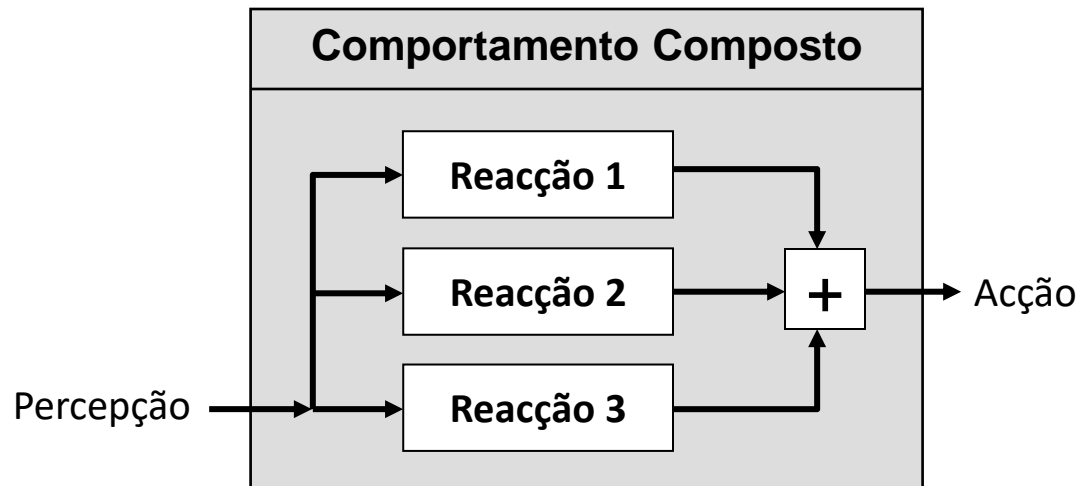
Seleccção por prioridade

COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

SELECÇÃO DE ACÇÃO

FUSÃO

- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (e.g. soma vectorial)

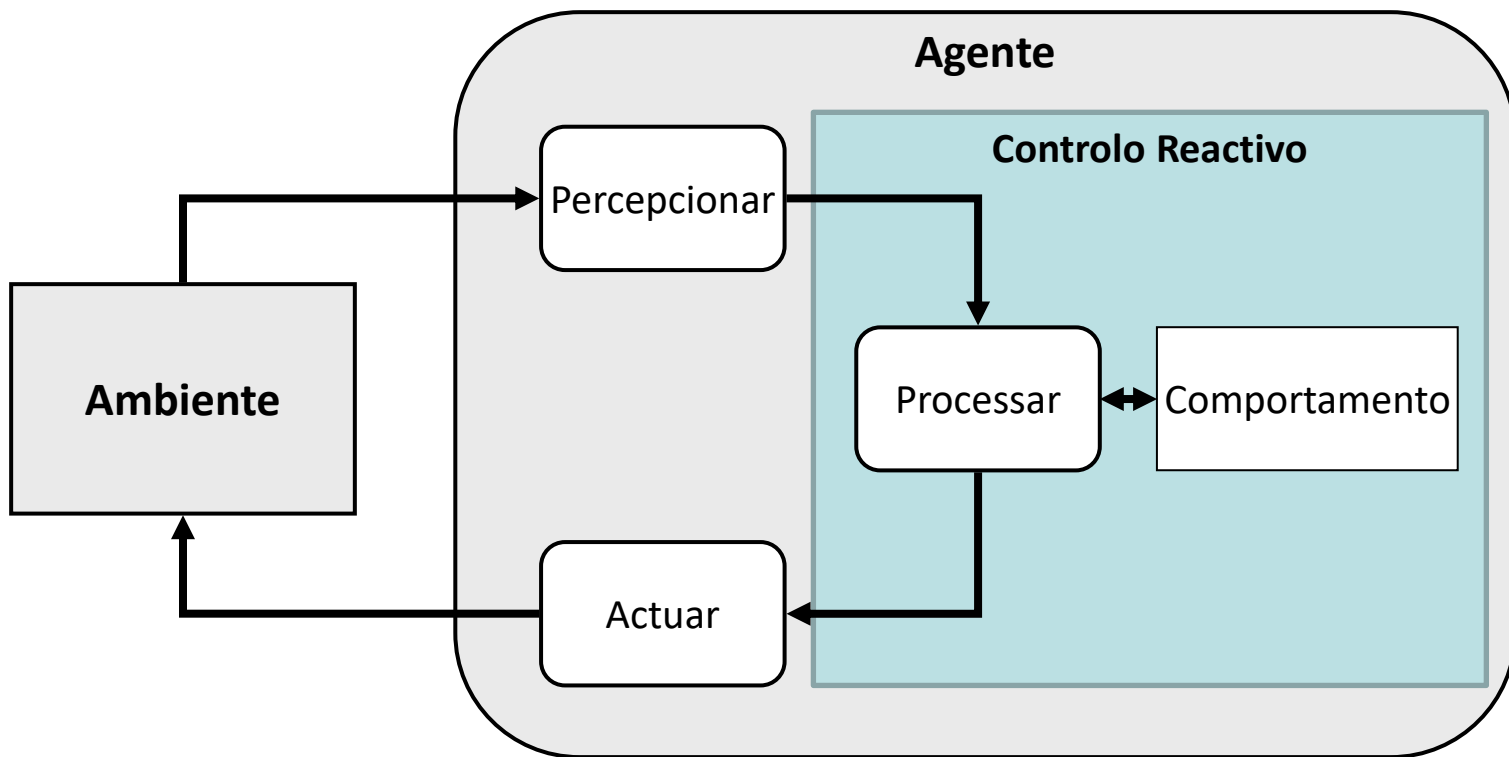


+ Fusão

AGENTE COM CONTROLO REACTIVO

Na concretização de uma arquitectura de agente, o **processamento interno** que relaciona percepções com acções, pode ser modularizado com base num módulo de **controlo**.

No caso da arquitectura de um **agente reactivo**, esse controlo será um **controlo reactivo**, em que o processar das percepções é realizado com base num módulo comportamental, também designado **comportamento**, o qual representa o comportamento geral do agente que pode ser constituído por diferentes sub-comportamentos.



MODELAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

Para modelação dos comportamentos de um agente reactivo, deve ser realizada a **análise do domínio do problema** a resolver para identificação de diferentes aspectos, como a informação que o agente recebe do ambiente (para modelação das percepções), que tipo de acções a realizar e, em particular, qual a **finalidade do agente**, definida em termos de **objectivos** concretos.

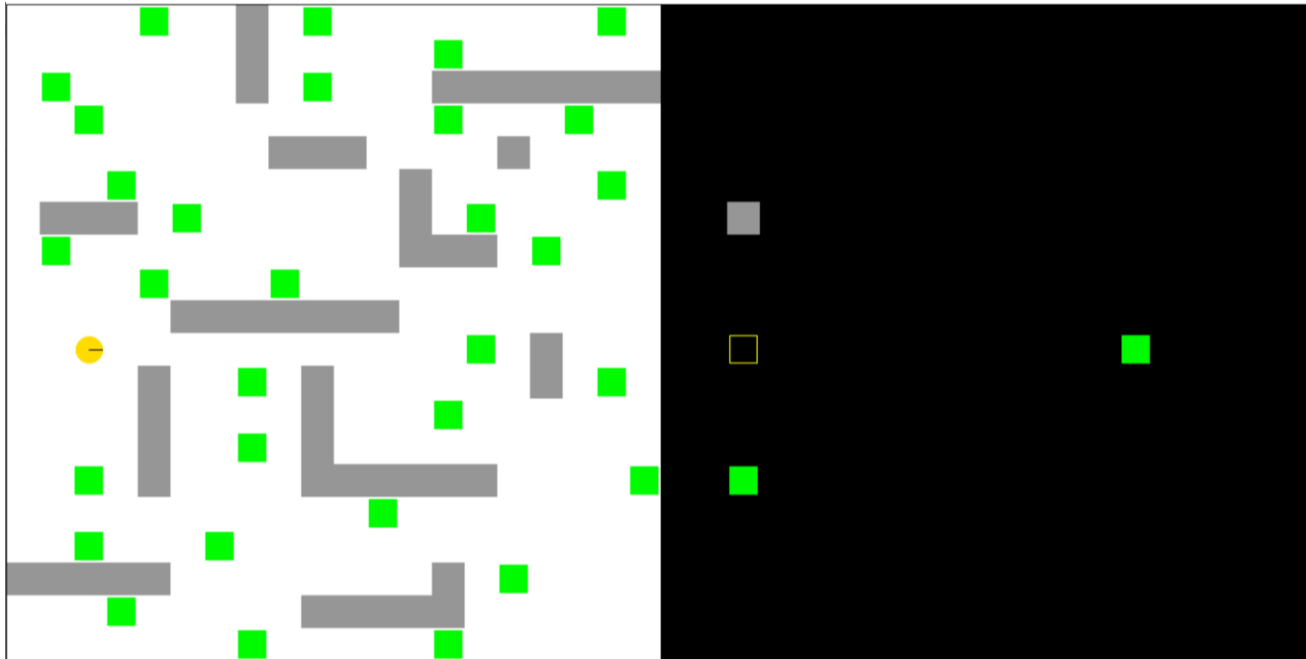
A concretização dos objectivos identificados, deve posteriormente ser modelada sob a forma de **comportamentos**, os quais, por sua vez, podem ser definidos em termos de **sub-objectivos** que serão realizados sob a forma de **sub-comportamentos**, de forma modular.

ANÁLISE DO DOMÍNIO DO PROBLEMA

- **OBJECTIVOS**
 - Definem a **finalidade do agente**
 - **COMPORTAMENTOS**
 - Definem **formas de concretizar** os objectivos
 - **SUB-OBJECTIVOS**

PROJECTO: AGENTE PROSPECTOR

Objectivo: Realização de um sistema autónomo inteligente capaz de navegar num espaço de dimensões discretas, com obstáculos e um alvo, desviando-se dos obstáculos e recolhendo os alvos.



Direcções de movimento e de percepção do sistema:

- Norte
- Sul
- Este
- Oeste

AGENTE PROSPECTOR

- OBJECTIVOS

- Recolher alvos

- SUB-OBJECTIVOS

- Aproximar alvo

- Evitar obstáculos

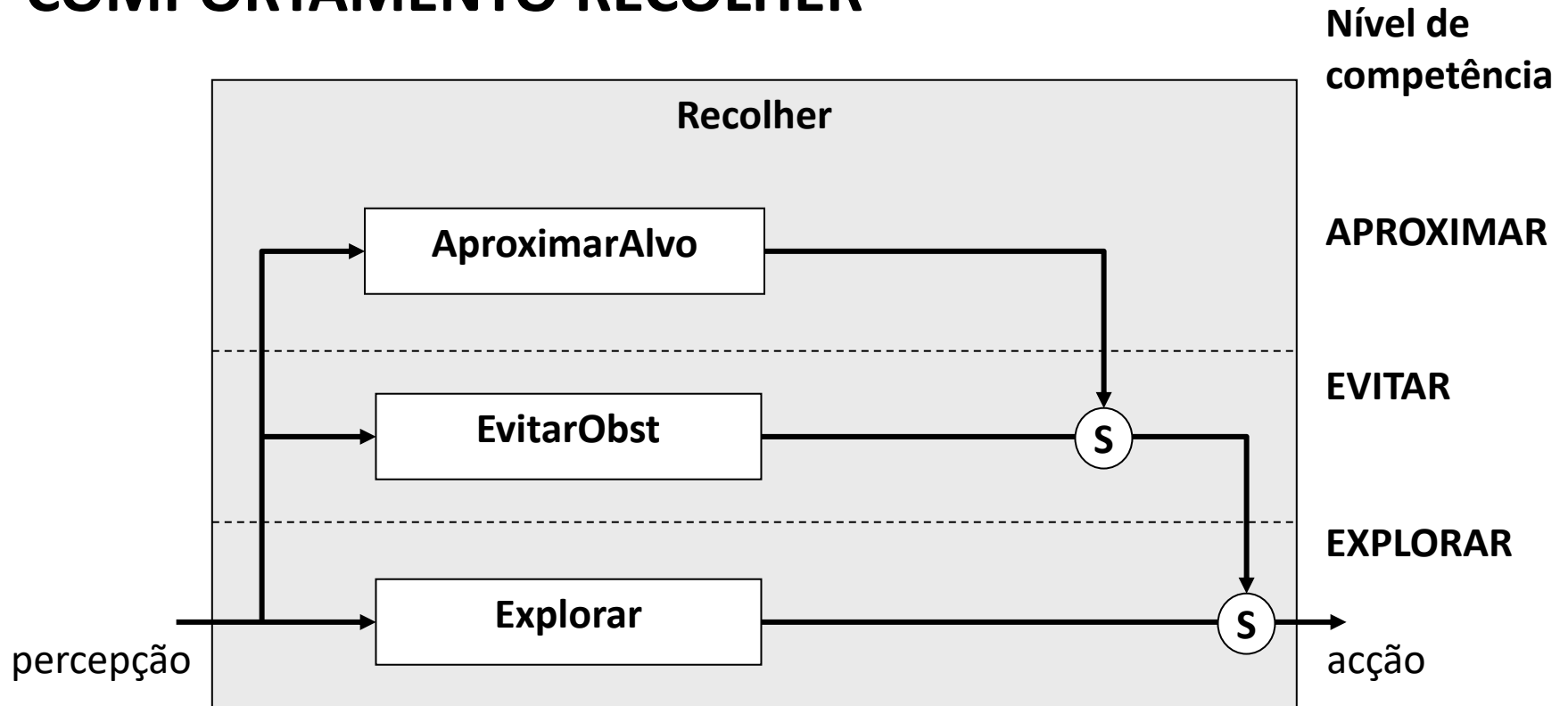
- Explorar



Neste exemplo, o objectivo *recolher alvos* é modelado através de um comportamento, designado **Recolher**, o qual é um comportamento composto que agrega um conjunto de sub-comportamentos (**AproximarAlvo**, **EvitarObst**, **Explorar**), os quais correspondem a sub-objectivos que é necessário concretizar para que o objectivo principal seja concretizado, ou seja, para *recolher alvos* é necessário *aproximar alvo*, *evitar obstáculos* e *explorar* (quando não é detectado qualquer alvo).

AGENTE PROSPECTOR

COMPORTAMENTO RECOLHER



Após a definição de objectivos e comportamentos, é necessário definir a forma como estão relacionados e a organização interna dos comportamentos compostos, considerando os seguintes aspectos principais:

- **Níveis de competência** (neste exemplo, são definidos três níveis de competência, *aproximar*, *evitar*, *explorar*, encapsulados de forma modular através dos respectivos comportamentos)
- **Tipo de selecção de acção** (neste exemplo, existe uma hierarquia fixa de prioridade entre comportamentos)

AGENTE PROSPECTOR

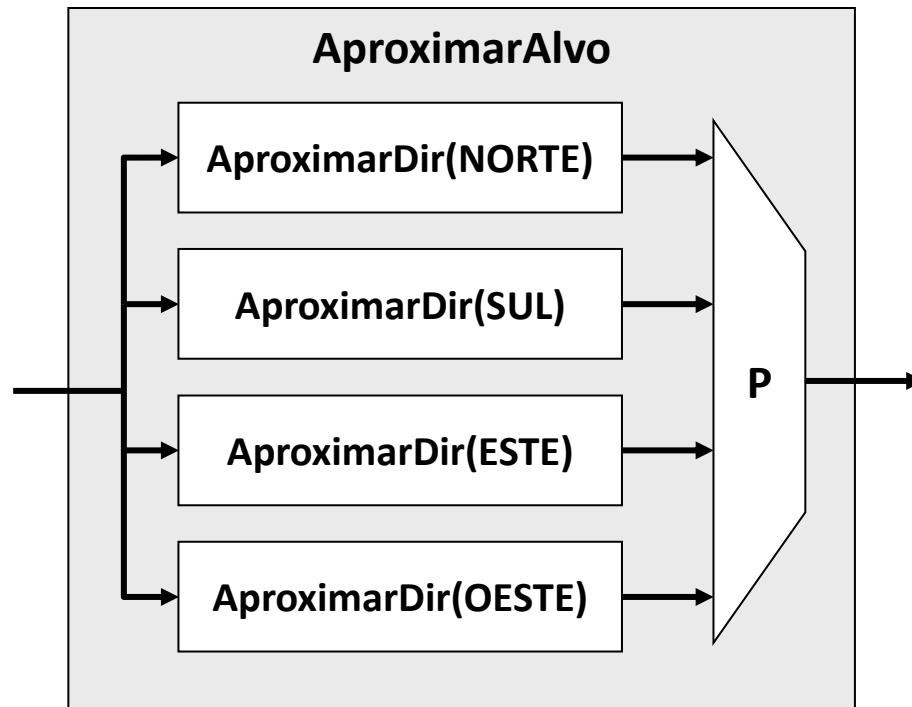
Ao definir os comportamentos correspondentes a cada nível comportamental, é necessário ter em conta as **características do agente**, neste exemplo, o agente tem capacidade de perceber e de avançar em quatro direcções (NORTE, SUL, ESTE, OESTE), pelo que os comportamentos referentes a *aproximar alvo* e *evitar obstáculos* podem ser organizados em **sub-comportamentos específicos para cada direcção**.

- Recolher alvos
 - Aproximar alvo
 - Aproximar alvo (direcção = NORTE)
 - Aproximar alvo (direcção = SUL)
 - Aproximar alvo (direcção = ESTE)
 - Aproximar alvo (direcção = OESTE)
 - Evitar obstáculos
 - Evitar direccional nas 4 direcções
 - Explorar

AGENTE PROSPECTOR

O tipo de **selecção de acção** para coordenação de sub-comportamentos depende das características dos sub-comportamentos e do objectivo do comportamento composto que os agrega, neste exemplo, o comportamento referente a *aproximar alvo* tem por objectivo aproximar o alvo mais próximo, pelo que cada sub-comportamento do tipo *aproximar alvo direccional* (para a direcção respectiva) deve gerar informação de prioridade (relativa à proximidade a um alvo detectado) e deve ser implementado um mecanismo de selecção de acção por **prioridade**, que produza a acção de aproximação ao alvo mais próximo em função dessas prioridades.

EXEMPLO: Comportamento AproximarAlvo



BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

[Murphy, 2000]

R. Murphy, *An Introduction to AI Robotics*, MIT Press, 2000

[Wooldridge, 2002]

M. Wooldridge, *An Introduction to Multi-Agent Systems*, John Wiley & Sons, 2002

[Pfeifer & Scheier, 2002]

R. Pfeifer, C. Scheier, *Understanding Intelligence*, MIT Press, 2000

[Brooks, 1985]

R. Brooks, *A Robust Layered Control System for a Mobile Robot*, A. I. Memo 864, MIT AI-Lab, 1985

[Hoagland *et al.*, 2001]

M. Hoagland, B. Dodson, J. Hauck, *Exploring The Way Life Works: The Science of Biology*, Jones & Bartlett Learning, 2001

[J. Staddon, 2001]

J. Staddon, *Adaptive Dynamics: The Theoretical Analysis of Behavior*, MIT Press, 2001

[Logan, 2001]

B. Logan, *Designing Intelligent Agents*, School of Computer Science, University of Nottingham, 2001